

Ana Sofia Ferreira Braga da Costa

Desenvolvimento da atenção preparatória

Dissertação apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto, para obtenção do grau de Mestre em Temas de Psicologia, ramo Psicologia da Linguagem e Neuropsicologia, sob orientação da Prof. São Luís Castro

2008

A importância da atenção e do comportamento antecipatório é evidente quando considerada a necessidade de adaptação do indivíduo a um meio em constante mudança. A atenção preparatória poderá ser definida como a capacidade de preparar o processamento de um estímulo emergente, reflectindo-se ao nível motor na maior rapidez da resposta. Esta capacidade tem sido avaliada por uma tarefa criada no contexto da teoria da atenção visual de LaBerge. Nesta tarefa é variada a probabilidade de ocorrência de distractores num bloco de ensaios como forma de influenciar o nível de atenção preparatória dirigida a um alvo. Estudos prévios mostram que o aumento do número de distractores leva ao aumento do declive dos tempos médios de resposta a um alvo em função da percentagem de distractores. No caso de patologia frontal (e.g., epilepsia parcial frontal ou demência frontotemporal) esta sensibilidade aos distractores é acentuada, o que parece reflectir o papel relevante do lobo frontal na regulação do controlo atencional neste tipo de processamento. Com o objectivo de estudar a trajectória normativa do desenvolvimento da atenção preparatória foi comparado o desempenho nesta tarefa de crianças dos 5 aos 11 anos e jovens adultos. Considerando a aparente importância do funcionamento frontal nesta tarefa e a par das evidências da maturação tardia do lobo frontal e da investigação sobre atenção executiva, esperava-se que as crianças mais novas tivessem mais dificuldades na tarefa com o aumento de distractores. Os resultados indicam que a tarefa pode ser eficazmente aplicada a crianças tão novas quanto 5 anos e que, ao contrário do esperado, não existem diferenças desenvolvimentais ao nível da atenção preparatória. Este resultado contrasta com a existência de diferenças desenvolvimentais numa tarefa de controlo inibitório. Os resultados são discutidos no contexto de propostas recentes do controlo cognitivo, outros modelos atencionais e linhas de investigação centradas no estudo electrofisiológico do comportamento antecipatório. São igualmente realçadas possíveis limitações metodológicas da tarefa de atenção preparatória sugeridas pelos resultados obtidos.

The importance of attention and anticipatory behavior is clear when considering their role in the individual adaptation to an always changing environment. Preparatory attention can be defined as the capacity to prepare the processing of an upcoming stimulus, which reflects itself in a faster motor response. This capacity has been assessed by a task created in the context of LaBerge's theory of visual attention. In this task the probability of distractors in a given block of trials is varied in order to change the level of preparatory attention to a specific target. Previous studies have shown that increasing the number of distractors leads to an increasing slope of mean response times as a function of distractor percentage. In the case of pre-existing frontal damage (e.g., frontal partial epilepsy or frontotemporal dementia) this sensitivity to distractors is accentuated, which seems to reflect the role of frontal lobe in the regulation of attentional control in this kind of processes. With the goal of studying the normative development of preparatory attention we compared the performance in this task by 3 groups of children from 5 to 11 years old and by a group of young adults. Taking into account the likely importance of frontal functioning to this task as well evidence of frontal lobe late maturation and some studies about executive attention, we expected that the younger children would show greater difficulty dealing with increasing distractor levels. Current results show that this task can be successfully used in children as young as 5 years old and that, contrary to what expected, we did not find developmental differences in preparatory attention. This result contrasts with development changes found in an inhibitory control task. The results are discussed in the context of recent proposals about cognitive control, other attention models and research dealing with the electrophysiology of anticipatory behavior. We also discuss some current results that might suggest methodological limitations to the preparatory attention task.

L'importance de l'attention et du comportement anticipatoire est claire lorsque l'on considère leur rôle dans ce cadre de l'adaptation de l'individu à un environnement constamment en mutation. L'attention préparatoire peut être définie comme la capacité à préparer le traitement des stimuli à venir, qui se reflète dans une réponse motrice plus rapide. Cette capacité a été évaluée par une épreuve créée dans le cadre de la théorie de l'attention visuelle de LaBerge. Dans cette épreuve, la probabilité des distracteurs dans un bloc d'essais est variée afin de modifier le niveau d'attention préparatoire sur une cible spécifique. Des études antérieures ont montré que l'augmentation du nombre de distracteurs conduit à l'augmentation de la pente des temps moyens de réponse en fonction du pourcentage de distracteurs. Dans le cas d'un dommage frontal préexistant (par exemple, une épilepsie frontale ou une démence frontotemporale) cette sensibilité aux distracteurs est accentuée, ce qui semble refléter le rôle des régions frontales dans la régulation du contrôle d'attention dans ce type de processus. Dans le but d'étudier le développement normatif de l'attention préparatoire, nous avons comparé les performances dans cette épreuve, entre 3 groupes d'enfants de 5 à 11 ans et un groupe de jeunes adultes. Prenant en compte l'importance probable du fonctionnement frontale dans cette épreuve, ainsi que la preuve de la maturation tardive du lobe frontal, et certaines études sur l'attention exécutive, nous nous attendions à ce que les jeunes enfants montrent plus de difficulté à faire face aux niveaux de distracteurs croissants. Les résultats actuels montrent que cette épreuve peut être utilisée avec succès chez les enfants dès l'âge de 5 ans et que, contrairement à ce qui est attendu, nous n'avons pas trouvé de différences de développement de l'attention préparatoire. Ce résultat contraste avec les modifications de développement trouvées dans une épreuve de contrôle inhibiteur. Les résultats sont discutés dans le contexte des récentes propositions sur le contrôle cognitif, sur d'autres modèles d'attention et sur les recherches portant sur l'électrophysiologie du comportement anticipatoire. Nous discutons aussi de quelques résultats qui pourraient suggérer des limites méthodologiques de l'épreuve d'attention préparatoire.

O trabalho que se segue não teria sido possível sem o contributo directo ou indirecto de um conjunto de pessoas às quais estou grata.

Agradeço à Prof. São Luís pela orientação e incentivo desde o primeiro momento.

Agradeço particularmente a todos os participantes (e famílias) pelo tempo despendido e curiosidade demonstrada. Não poderia deixar de agradecer o apoio da Prof. Selene Vicente, Dra. Ana Lamas e Eng. Dinis Ferreira por me terem aberto portas para a recolha de dados.

Agradeço também a todos que me ajudaram a responder ou a fazer perguntas ao longo de todo o projecto, nomeadamente: Adriana Ovelheiro, Ana Gavina, Bruno Fimm, César Lima, Edgar Mesquita, Joana Pais, João Pinho, Mariana Pinto e o grupo do Laboratório de Fala da FPCE-UP.

Um agradecimento especial ao Prof. David LaBerge que se mostrou sempre disponível e interessado em dissipar as dúvidas que foram surgindo ao longo do trabalho.

Índice

Capítulo I. Introdução	2
1.1. Modelos neurocognitivos de atenção	3
1.1.1. Modelo de LaBerge	4
1.1.2. Modelo de Posner	5
1.2. Estudos sobre o desenvolvimento da atenção	7
1.3. Atenção executiva, desenvolvimento frontal	8
1.4. Atenção preparatória	9
Capítulo II. Método	13
2.1. Participantes	14
2.2. Medidas	14
2.2.1. Tarefa de atenção preparatória	14
2.2.2. Stroop Animal	17
2.3. Procedimento	20
Capítulo III. Resultados	21
3.1. Tarefa de atenção preparatória	22
3.1.1. Exactidão	22
3.1.2. Tempos de reacção aos ensaios Alvo	24
3.1.3. Tempos de reacção aos ensaios Distractor-Alvo	26
3.2. Stroop Animal	27
3.2.1. Exactidão	27
3.2.2. Tempos de reacção	28
3.2.3. Controlo cognitivo	29
Capítulo IV. Discussão e conclusão	31
4.1. Aplicabilidade da tarefa ao longo do desenvolvimento	32
4.2. Diferenças desenvolvimentais da atenção preparatória	34
4.3. Considerações metodológicas	36
4.4. Conclusão	38
Referências Bibliográficas	40

Capítulo I. Introdução

O crescente interesse pelas características desenvolvimentais da atenção visual é justificado pela sua importância para o desenvolvimento cognitivo, emocional e social normal (1998). No entanto, a generalidade dos estudos sobre o desenvolvimento da atenção apresenta limitações metodológicas, causadas frequentemente pelo facto de os instrumentos utilizados não se basearem numa fundamentação teórica consistente e tocarem em múltiplos processos cognitivos (Karatekin, 2001). Uma possível resolução destes impasses passa por fundamentar a investigação num modelo específico de atenção e daí derivar as tarefas de avaliação utilizadas (Fletcher, 1998). Esta abordagem tem sido seguida por alguns estudos mais recentes, que se basearam conceptualmente em modelos provenientes da neurociência cognitiva.

Apesar da diversidade de modelos existentes, e das diferenças entre eles, a contribuição da neurociência cognitiva para o campo da atenção caracteriza-se essencialmente pela emergência de uma visão não unitária da atenção (Raz & Buhle, 2006a). Não obstante a inexistência de uma taxonomia totalmente satisfatória (Parasuraman, 1998), da análise dos diferentes modelos existentes tem sido destacada a relativa independência de três redes atencionais que servem os objectivos gerais de (1) percepção rápida, (2) precisa e (3) estável ao longo do tempo (LaBerge, 1995). Ainda que com denominações diferentes nos diversos modelos (LaBerge, 1995; Mirsky, Anthony, Duncan, Ahearn, & Keilam, 1991; Posner & Petersen, 1990), estes três aspectos possibilitam à atenção facilitar e manter o comportamento dirigido a um determinado objectivo. Por outro lado, embora seja assumida a independência anatómica e funcional das três redes atencionais, é igualmente conceptualizado que estas actuem sob constante influência mútua, de modo a produzir um comportamento eficiente e adaptativo (Callejas, Lupianez, & Tudela, 2004; Fan, McCandliss, Fossella, Flombaum, & Posner, 2005; Raz, 2004).

1.1. Modelos neurocognitivos de atenção

Aqui serão descritos os modelos de atenção propostos por LaBerge (1995), dado ser a base do presente trabalho, e por Posner (1990), por este ser um dos modelos mais influente (Raz & Buhle, 2006b) e profícuo na investigação do desenvolvimento da atenção (e.g., Rueda et al., 2004; Rueda, Posner, & Rothbart, 2005; Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, & Posner, 2005).

1.1.1. Modelo de LaBerge

Tal como noutros modelos de atenção oriundos da neurociência cognitiva, LaBerge (1995) distingue três aspectos distintos ou manifestações da atenção: a preparação, a selecção e a manutenção, que correspondem genericamente a três objectivos: precisão, rapidez e manutenção do processamento. De acordo com a teoria do circuito triangular, estes três componentes envolvem os mesmos circuitos cerebrais. (LaBerge, 1995, 1997; LaBerge, Auclair, & Siéroff, 2000).

Uma das características que distingue os três aspectos atencionais é a sua duração. As operações de selecção da atenção são caracteristicamente breves, ocorrendo numa fracção de segundo, e têm como objectivo a identificação imediata de uma determinada informação, tal como acontece nas tarefas típicas de procura visual em que um alvo tem de ser discriminado de elementos distractores ou mesmo na leitura de palavras (LaBerge, 1995, 1999). Por sua vez, a atenção preparatória prolonga-se durante mais tempo, dirige-se a um estímulo ou acontecimento futuro e está dependente da criação de uma expectativa. Finalmente, a manutenção da atenção é um processo que também se estende ao longo do tempo, mas que parece estar dirigida a objectivos experienciais, i.e., atender a um determinado estímulo por si só (e.g., ouvir música, experienciar tristeza ou alegria) (LaBerge, 1999).

Este modelo diferencia três conceitos chave no que diz respeito à sua concepção neurocognitiva: o objecto da atenção, a expressão da atenção e o controlo da atenção. O objecto da atenção, seja endógeno (e.g., pensamento) ou exógeno (e.g., um estímulo sensorial), é tido como estando codificado em áreas ou módulos específicos do córtex cerebral (LaBerge, 1997). Quando um determinado acontecimento se torna objecto da atenção, o módulo correspondente aumenta a sua actividade em relação aos módulos circundantes. Este processamento é chamado de expressão da atenção que, do ponto de vista cognitivo, corresponde à ênfase dada a determinado componente de um acontecimento cognitivo e, do ponto de vista cortical, corresponde à diferença dos níveis de actividade entre o conjunto de colunas corticais correspondentes ao componente atendido (alvo) e aos componentes circundantes (LaBerge, 1995, 1997). Esta diferença de actividade é presumivelmente produzida simultaneamente pela ênfase ao componente alvo e pela supressão do componente distractor (LaBerge, 1995, 1999).

O modelo também defende que o controlo da atenção é efectuado por um processo cognitivo superior, provavelmente a memória de trabalho, e assim codificado em áreas específicas do córtex pré-frontal. O tálamo será o mecanismo que amplifica

os sinais enviados pelas regiões de controlo atencional para as regiões de expressão atencional localizadas nas áreas corticais posteriores e anteriores (LaBerge, 1995, 1997). No caso de fontes de activação internas, pensa-se que estejam relacionadas com características motivacionais, presumivelmente envolvendo os gânglios da base, e que se baseiam em considerações momentâneas ou, de forma mais automatizada, de acordo com os interesses habituais (LaBerge, 1995, 1997, 1999).

1.1.2. Modelo de Posner

O modelo proposto por Posner distingue igualmente três redes atencionais: de alerta, de orientação e executiva. A rede de alerta pode ser dividida em fásica e intrínseca. A primeira está relacionada com a capacidade de aumentar, durante um período breve de tempo, a prontidão da resposta subsequente a pistas ou estímulos externos, e a segunda representa um estado geral de vigília com variações circadianas características. De modo geral, este estado de alerta leva a respostas mais rápidas, mas frequentemente acompanhadas por um aumento de erros (Posner & Petersen, 1990). Do ponto de vista experimental, o processamento levado a cabo pela rede de alerta é habitualmente medido através da subtração de uma condição com uma pista que fornece informação temporal, mas não de localização, de uma condição sem pista (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002). Utilizando este tipo de tarefa em estudos de neuroimagem, têm sido encontradas activaões nas áreas frontoparietais direitas e tálamo (Fan et al., 2005; Sturm & Willmes, 2001), assim como o *locus coeruleus* que contribuiu para que o sistema noradrenérgico seja fundamental para este tipo de atenção (Raz, 2004).

A orientação é responsável pela focalização, pelo desligar, e pelo redireccionar¹ da atenção espacial. A orientação exógena, e.g., quando o cintilar de uma pista automaticamente capta a atenção para uma localização específica, pode ser distinguida da orientação endógena, e.g., quando uma seta central aponta para uma de duas possíveis localizações lateralizadas a um alvo. A orientação para um estímulo também pode ser reflexiva, quando o aparecimento súbito de um alvo direcciona a atenção para a sua localização, ou voluntária, quando o indivíduo procura um determinado alvo num campo visual (Raz, 2004). Geralmente, a orientação é usualmente medida pela redução nos tempos de reacção a um alvo após uma pista

¹ Na versão original em inglês: *focusing, disengaging* e *shifting*.

que fornece informação sobre a localização do estímulo (Fan et al., 2002; Posner, 1980; Posner, Snyder, & Davidson, 1980). O estudo da rede de orientação recorrendo a neuroimagem tem salientado o papel activo dos lobos parietais superiores direito e esquerdo, os *frontal eye fields* (Fan et al., 2005), assim como o núcleo pulvinar do tálamo (LaBerge & Buchsbaum, 1990). Diferentes áreas parecem estar envolvidas nos diferentes subprocessos da orientação (Raz & Buhle, 2006b), mas, de um modo geral, assume-se que a orientação da atenção para um determinado estímulo visual produz a amplificação da actividade nas regiões pré-estriadas, e que esta activação pode levar a uma influência retroactiva no processamento do córtex visual primário (Raz, 2004),

A rede executiva, responsável pelo comportamento dirigido a objectivos, detecção de alvos, detecção de erros, resolução de conflitos e inibição de respostas automáticas, é frequentemente medida por tarefas em que existe algum tipo de incompatibilidade entre as dimensões de um estímulo ou da resposta, como são a tarefa de Stroop (MacLeod, 1991; Stroop, 1935) ou a *flanker task*² (Eriksen & Schultz, 1979). Tipicamente, o conflito é medido subtraindo o tempo da resposta a estímulos congruentes ou neutros a estímulos incongruentes (Fan et al., 2002). Esta rede está associada à activação de áreas mediais frontais, incluído o giro cingulado anterior, a área motora suplementar e partes dos gânglios da base (Fan et al., 2005; Posner & Petersen, 1990)

Embora a partir das taxonomias e substratos anatómicos propostos não seja possível estabelecer uma correspondência linear entre os dois modelos de atenção anteriormente referidos, podem ser estabelecidos alguns pontos em comum entre os elementos propostos por cada modelo. Assim, as operações de selecção e preparação propostas por LaBerge podem ser conceptualizadas como tendo semelhanças funcionais, respectivamente, com as operações das redes de orientação e a rede executiva propostas por Posner (Auclair, Jambaqué, Dulac, LaBerge, & Siéroff, 2005). Por outro lado, a rede de alerta apresenta características comuns à atenção preparatória, já que o estado de alerta também envolve uma mudança no estado interno em preparação para a percepção de um estímulo ou acção futura, que pode

² Na *flanker task*, o alvo é apresentado ladeado por símbolos distractores, e.g., setas. Na condição congruente, as setas apontam todas para a mesma direcção (>>>>), o que leva a uma resposta mais rápida e exacta do que nas condições incongruentes, em que as setas apontam para uma direcção diferente (>><>>).

existir mesmo no caso da atenção intrínseca (Sturm et al., 1999). De outro ponto de vista, quer a rede de alerta quer a atenção preparatória apresentam características de atenção sustentada (Auclair et al., 2005).

1.2. Estudos sobre o desenvolvimento da atenção

A partir desta visão não unitária da atenção, têm sido apresentadas diferentes curvas desenvolvimentais correspondentes a cada um dos mecanismos atencionais. Num estudo de Rueda e colaboradores (2004), usando uma adaptação para crianças do Attention Network Test (ANT) criado no contexto do modelo proposto por Posner (Fan et al., 2002), foram encontradas diferenças desenvolvimentais nas várias redes atencionais. Em relação à rede de orientação, apesar da existência de variabilidade individual relevante, não existem mudanças significativas desde os 6 anos até à idade adulta, o que sugere um desenvolvimento precoce dos mecanismos envolvidos. Já a rede de alerta apresenta alterações até e após os 10 anos de idade. Os autores sugerem que, o fraco desempenho das crianças neste tipo de tarefa está principalmente relacionado com os limites da sua capacidade em manter um estado de alerta quando não existe um sinal de alerta e quando são variáveis os intervalos entre o sinal de aviso e o alvo. A rede executiva apresenta uma melhoria entre os 6 e os 7 anos, quer ao nível da exactidão, quer ao nível da rapidez, mantendo-se estável até à idade adulta. Este resultado foi considerado surpreendente, tendo em conta a visão dominante do desenvolvimento tardio do funcionamento executivo, e por extensão dos mecanismos associados à atenção executiva (Rueda et al., 2004).

Alguns estudos têm revelado a importância da interacção entre genética e educação no desenvolvimento da atenção executiva. Sabe-se actualmente que a variação genética contribui para as diferenças individuais na eficiência na atenção executiva, nomeadamente na resolução de conflitos, e que estas diferenças genéticas influenciam simultaneamente o nível da activação do giro cingulado anterior (Fan, Fossella, Sommer, Wu, & Posner, 2003; Fan, Wu, Fossella, & Posner, 2001; Fossella et al., 2002; Posner, Rothbart, & Sheese, 2007). No entanto, isto não significa que não existam influências da experiência ou meio, já que é igualmente possível modificar a rede através do treino (Rueda, Rothbart et al., 2005). Após um treino de cinco dias, crianças com 4 e 6 anos apresentavam melhor capacidade de resolver conflitos do que um grupo de controlo sem treino. Este estudo mostra também que a nível comportamental há grande variabilidade individual no desempenho das crianças, embora os dados de electroencefalografia mostrem uma melhoria clara após o treino.

Noutro estudo utilizando o ANT, Konrad e colaboradores (2005), confirmaram que crianças entre os 8 e os 12 anos, quando comparados com adultos, apresentavam diferenças comparáveis tanto ao nível comportamental, como ao nível de activação cerebral, em relação às três redes atencionais. De modo geral, as crianças activavam menos as áreas de interesse para as três redes atencionais, e activavam mais áreas fora destas regiões de interesse. Os autores sugerem que durante o desenvolvimento normal existe uma transição de sistemas funcionais ainda imaturos para uma rede mais definitiva e característica dos adultos, que se pode traduzir em diferenças qualitativas nas estratégias cognitivas utilizadas por adultos e crianças no desempenho deste tipo de tarefas.

Para além de diferenças nas três redes atencionais em função da idade, também foram reportadas influências do nível socioeconómico e grupo étnico/racial no desempenho das tarefas do ANT (Mezzacappa, 2004). Os resultados gerais indicam que as crianças socialmente privilegiadas apresentam melhores resultados, quer na exactidão, quer na latência de resposta nos três tipos de redes atencionais. Existem, no entanto, características específicas de cada rede. Por exemplo, quer as crianças socialmente privilegiadas, quer as crianças pertencentes a dois dos grupos étnicos (afro-americanos e hispânicos) apresentavam maior facilidade em resistir ao conflito na tarefa de atenção executiva.

1.3. Atenção executiva e desenvolvimento frontal

O domínio executivo da atenção tem assumido algum protagonismo no âmbito da investigação da atenção devido à proliferação de estudos acerca do desenvolvimento das funções executivas. Genericamente, as funções associadas à atenção executiva sobrepõem-se funcional e anatomicamente aos mecanismos executivos mais tradicionalmente associados a processos como a memória de trabalho, o planeamento ou o controlo inibitório (Rueda, Posner et al., 2005). Tal como no caso da atenção, os diferentes constructos associados às funções executivas também parecem assumir diferentes trajectórias desenvolvimentais (Anderson, 2002). Trajectórias que aparentam não ser lineares, mas por degraus, o que parece ser consistente com o próprio padrão maturacional cerebral (Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Farrow, & Bradshaw, 2004).

O conjunto de dados até hoje conhecidos permitem sugerir que o córtex pré-frontal parece ser a última região cerebral a maturar, particularmente o córtex pré-frontal dorsolateral (Casey, Giedd, & Thomas, 2000). A partir do estudo do córtex pré-

frontal utilizando técnicas de análise morfológica baseada em ressonância magnética e neuroimagem funcional, Casey et al. (ibid.) defendem que há bases comportamentais e fisiológicas que suportam a visão do desenvolvimento contínuo da atenção ao longo da infância e adolescência. Sugerem também que o nível da actividade observado nestes estudos era maior e mais difuso nas crianças do que nos adultos, o que é consistente com a visão de que o aumento da capacidade cognitiva durante a infância coincide com a perda gradual da capacidade de formar novas sinapses e, possivelmente, o reforço das conexões existentes.

1.4. *Atenção preparatória*

A antecipação não se baseia no que o futuro nos poderá dizer sobre o presente, mas efectivamente no que o passado nos tem dito (Brunia, 1999) e, assim, é a capacidade de aprendermos com a experiência que leva a que sejamos capazes de antecipar acontecimentos futuros, impulsionando uma melhor adaptação ao meio. A antecipação pode ser estudada a diferentes níveis onde está incluída a atenção preparatória. O objectivo último da atenção preparatória é reduzir o tempo de resposta a um acontecimento esperado, amplificando selectivamente a actividade da representação cerebral do estímulo alvo antes do seu aparecimento, de modo a potenciar o seu futuro processamento (LaBerge, 1995). Assim, a preparação atencional é maioritariamente influenciada pela expectativa da ocorrência de um determinado acontecimento (e.g., a localização ou a forma de um objecto) (Auclair et al., 2005; LaBerge, 1995; LaBerge, Auclair, & Siéroff, 2000). Esta expectativa é constituída por uma imagem do estímulo ou acção que também codifica a expectativa temporal da sua ocorrência. Este conhecimento, criado pelas instruções ou por experiências recentes, é armazenado temporariamente na memória de trabalho (Brunia & Boxtel, 2001a). No entanto, ter uma expectativa acerca da forma e ocorrência temporal do estímulo não é o suficiente para activar a atenção preparatória. Preparação atencional e expectativa cognitiva distinguem-se por a primeira ser considerada como expressão atencional, e a segunda como expressão de um processo mnésico (LaBerge, 1995). É defendido, portanto, que a atenção preparatória é uma manifestação da organização *top-down* do comportamento (Brunia & Boxtel, 2001a; Padilla, Wood, Hale, & Knight, 2006), o que supõe que as operações que selectivamente amplificam o sinal do estímulo ocorrem antes do aparecimento do estímulo alvo, enquadrando-se numa teoria de selecção inicial de atenção visual (LaBerge et al., 2000).

Os elementos atencionais do comportamento antecipatório têm sido principalmente estudados recorrendo a técnicas neurofisiológicas, como *single cell recordings* ou o electroencefalograma, e utilizando diferentes procedimentos comportamentais em que a preparação motora também é investigada (e.g., Brunia & Boxtel, 2001b). Embora a atenção preparatória seja definida ao nível perceptivo, como a capacidade para preparar o processamento de um alvo emergente, está quase sempre associada a uma acção subsequente (Brunia, 1999). Assim, a sua medição indirecta é possível, ao nível motor, através da velocidade da resposta ao alvo. Parte-se do pressuposto que, se o nível de atenção preparatória é elevado antes de um alvo esperado aparecer, o tempo de resposta a esse alvo pode ser reduzido substancialmente (Auclair et al., 2005). A ocorrência de distractores, no intervalo temporal anterior à apresentação de um alvo, pode ser usada como uma forma de variar a quantidade de atenção preparatória dirigida a esse alvo. A ocorrência de distractores leva a que o indivíduo forme expectativas acerca deles e, desta forma, os distractores competem com a atenção preparatória de um alvo futuro, o que, conseqüentemente, resulta numa menor atenção dirigida para o alvo.

Este pressuposto da influência dos distractores na preparação ao alvo levou ao desenvolvimento de uma tarefa que pretende avaliar a atenção preparatória dirigida a uma localização espacial (LaBerge et al., 2000). Nesta tarefa, a probabilidade da ocorrência de distractores no intervalo entre um sinal de aviso e o aparecimento do alvo é variada como forma de modificar o nível de atenção preparatória. Todos os ensaios iniciavam-se com o aparecimento de três caixas vazias dispostas horizontalmente. Era pedido aos participantes para responderem ao surgimento de um alvo, um quadrado preto, na caixa central. O alvo aparecia em 50% dos ensaios após um intervalo variável (entre 1 e 2 segundos) do aparecimento das três caixas vazias (sinal de aviso). Em um terço dos ensaios aparecia um distractor (um quadrado preto numa das duas caixas laterais) durante o intervalo temporal desde o início do ensaio. O distractor era seguido de um alvo em 50% dos ensaios em que estava presente, e assim, existiam quatro tipos de ensaios: (1) ensaios só com o alvo, (2) ensaios só com sinal de aviso (sem alvo nem distractor), (3) ensaios só com distractor e, (4) ensaios com distractor e alvo. A probabilidade do aparecimento do distractor era variada em quatro níveis diferentes – 0, 25, 50 e 75% – pela diversificação da proporção de cada tipo de ensaio presente em cada bloco. Por exemplo, em um bloco em que a probabilidade do distractor era 25%, o distractor aparecia sozinho 12.5% das vezes, o distractor era seguido por um alvo 12.5% dos ensaios, o alvo aparecia sozinho 37.5% dos ensaios e existiam 37.5% ensaios apenas com o sinal de aviso.

O conjunto de estudos centrados nesta tarefa, realizados por LaBerge e colaboradores (2000), mostraram que o aparecimento recente de distractores afecta a preparação atencional ao alvo e que esta relação se aproxima da linearidade, i.e., quanto maior é a probabilidade de um ensaio conter um distractor, maior o tempo de resposta ao alvo. Os autores concluem que a sensibilidade à probabilidade do distractor está relacionada com alterações na atenção preparatória, pressupondo que, quando o número de ensaios com distractores aumenta, menos atenção é dirigida ao alvo e os tempos de reacção aumentam. Desta forma, a curva dos tempos de resposta ao alvo em função da probabilidade do distractor, considerada a medida principal de atenção preparatória nesta tarefa, apresenta uma maior inclinação, que, por sua vez, reflecte uma maior sensibilidade aos distractores e menor nível de atenção preparatória para o alvo. Outro aspecto que corrobora a sensibilidade dos distractores estar relacionada com mudanças na atenção preparatória é o facto de apenas os ensaios alvo sem distractores terem apresentado este aumento nos tempos de reacção em relação à probabilidade do distractor. As respostas aos ensaios em que o alvo era precedido por um distractor não foram afectadas pela probabilidade do distractor. Dado que o participante sabe que em cada ensaio apenas pode aparecer um distractor, nos ensaios alvo com distractor os sujeitos não esperam o aparecimento de um segundo distractor, dirigindo uniformemente a atenção para o alvo, o que se traduz em respostas mais rápidas. Paralelamente, nos blocos com elevada probabilidade de distractores, os participantes formam a expectativa do aparecimento de um distractor antes do alvo e a latência de resposta aumenta mesmo quando não existe distractor no ensaio. Outra variação do procedimento experimental demonstrou que alterando as instruções e pedindo aos participantes para concentrarem a sua atenção no alvo (caixa central), ignorando o aparecimento dos distractores, o efeito da probabilidade do distractor na latência de resposta era quase inexistente (LaBerge et al., *ibid.*).

Esta tarefa foi recentemente utilizada para avaliar défices de atenção preparatória em indivíduos com demência frontotemporal (Siéoff et al., 2004) e crianças com epilepsia do lobo frontal e do lobo temporal (Auclair et al., 2005). Em ambos os estudos, os défices de atenção preparatória apenas foram notórios nos indivíduos com patologia do lobo frontal, o que vai de encontro com o pressuposto da teoria do circuito triangular de que a área frontal é responsável pelo controlo atencional (LaBerge, 2002). Analogamente, os estudos de electroencefalografia também têm defendido o papel do córtex pré-frontal na organização no comportamento antecipatório através da activação de circuitos corticais e talâmico-corticais para áreas sensoriais e motoras (Brunia, 1999).

O principal objectivo do presente estudo é avaliar a atenção preparatória ao longo do desenvolvimento. Para isso, foram avaliadas crianças entre os 5 e os 11 anos e um grupo de jovens adultos utilizando a tarefa de atenção preparatória anteriormente descrita.

Este trabalho partiu de alguns pressupostos base aqui revistos, nomeadamente: (1) a necessidade de basear o estudo da atenção num modelo teórico concreto; (2) a existência de evidências comportamentais e neuronais do desenvolvimento da atenção ao longo da infância e adolescência; (3) a relevância do desenvolvimento das áreas frontais durante este período desenvolvimental e sua importância para a atenção preparatória, e (4) a aplicabilidade potencial da tarefa de atenção preparatória ao longo do desenvolvimento.

Considerando que a preparação atencional é um mecanismo regulado por áreas frontais, poder-se-á esperar que um desenvolvimento frontal imaturo leve a uma menor capacidade de resistir aos distractores. Esta maior distractibilidade leva à redução da atenção preparatória dirigida para o alvo e ao aumento da latência da sua resposta. Assim, as crianças mais novas deverão apresentar um declive mais acentuado na latência de resposta ao alvo em função da percentagem de distractores na tarefa de atenção preparatória.

Como forma de obter outra medida sensível ao desenvolvimento frontal, foi utilizada uma versão para crianças da tarefa de Stroop (Wright, Waterman, Prescott, & Murdoch-Eaton, 2003) para avaliar a capacidade de controlo inibitório.

Capítulo II. Método

2.1. Participantes

Participaram neste estudo 83 indivíduos com idades compreendidas entre os 5 e os 28 anos. Os participantes foram agrupados em quatro grupos distintos em função da idade: 5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos. Excepto no grupo de 11 anos, o número de participantes do sexo masculino e feminino é equivalente (Quadro 1).

A participação no estudo supunha a exclusão de sujeitos de acordo com os seguintes critérios: (1) história de problemas neurológicos (e.g., epilepsia, tumor, traumatismo crânio-encefálico, neurocirurgia), (2) problemas psiquiátricos ou dificuldades de aprendizagem (e.g., dislexia, perturbação de hiperactividade e/ou défice de atenção), e (3) défices sensório-motores.

Os dados foram recolhidos em diferentes instituições educativas no distrito do Porto. Foi obtido o consentimento informado de todos os participantes. No caso das crianças, foi obtido o consentimento informado de um dos encarregados de educação.

Quadro 1

Características demográficas dos participantes por grupo etário

Grupo	N	M/F	Idade (em anos)		
			Mínimo	Máximo	Média (DP)
5-6 anos	22	11/11	5.0	9.75	6.08 (.58)
7-8 anos	22	11/11	7.0	8.75	7.66 (.58)
11 anos	18	5/13	10.5	12.0	11.42 (.42)
20 anos	21	9/12	19.16	28.08	22.75 (2.5)

Nota. Idade em anos e décimas do ano. M= Masculino; F= Feminino; DP = Desvio padrão

2.2. Medidas

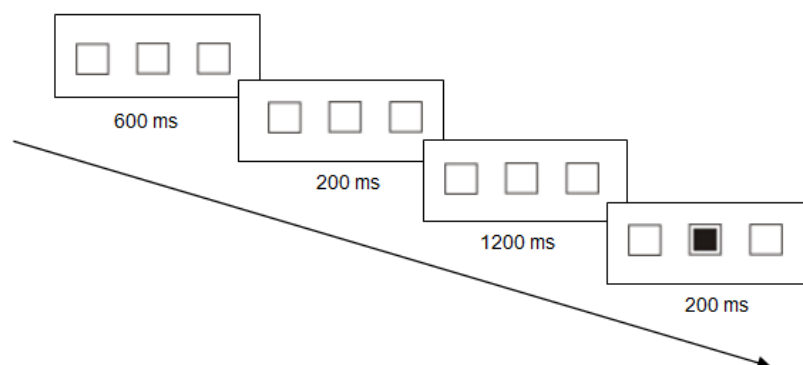
2.2.1. Tarefa de atenção preparatória

Cada ensaio era iniciado com a apresentação de três caixas posicionadas horizontalmente que serviam de sinal de aviso e permaneciam no centro do ecrã até ao final do ensaio. O tamanho de cada caixa era de 5 mm x 5 mm. O alvo e distractor eram representados por um ponto preto de forma quadrada que aparecia dentro de uma das caixas. O alvo aparecia dentro da caixa central e o distractor dentro de uma das caixas laterais. O tamanho do quadrado preto era de 3.5 mm x 3.5 mm. A

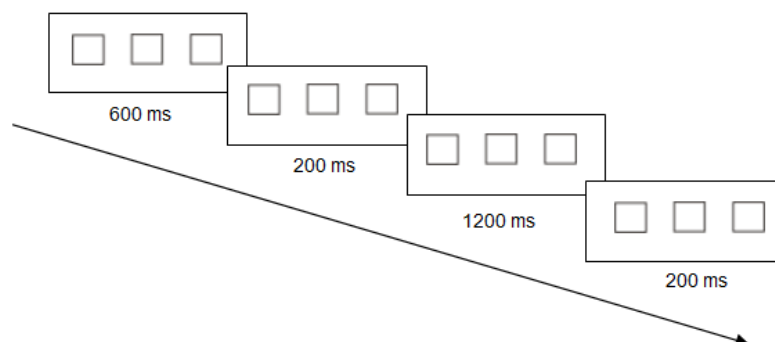
distância entre as caixas era de 4.5 mm. A apresentação dos estímulos foi controlada pelo software E-Prime (Schneider, Eschman, & Zuccolotto, 2001).

O alvo era apresentado em 50% da totalidade dos ensaios, independentemente da condição, 1800, 2000 ou 2200 ms após o aparecimento do sinal de aviso e permanecia no ecrã durante 200 ms. A variabilidade do intervalo entre o aparecimento do sinal de aviso e o alvo pretendia impedir o participante de prever o momento do aparecimento do alvo. Em um terço dos ensaios o distractor era apresentado numa das caixas laterais durante 200 ms. O distractor era apresentado aleatoriamente 600, 1000 ou 1400 ms após a apresentação do sinal de aviso e respectivamente 1200, 1000 ou 800 ms antes do alvo. O distractor era seguido do alvo em 50% das suas ocorrências. As três caixas vazias desapareciam após a apresentação do alvo ou após um intervalo similar nos ensaios sem apresentação de qualquer estímulo ou sem alvo. O intervalo temporal inter-ensaios era de 1500 ms. Existiam quatro tipo de ensaios: (a) ensaios alvo, em que apenas era apresentado o alvo, (b) ensaios nulos, em que não eram apresentados nem o alvo nem o distractor, (c) ensaios distractor, em que apenas o distractor era apresentado e (d) ensaios distractor-alvo, em que um distractor precedia o alvo (cf. Figura 1).

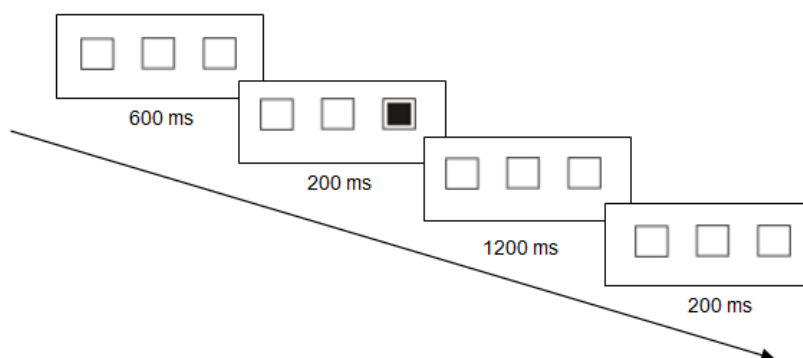
(a) Ensaio alvo



(b) Ensaio nulo



(c) Ensaio distractor



(d) Ensaio distractor-alvo

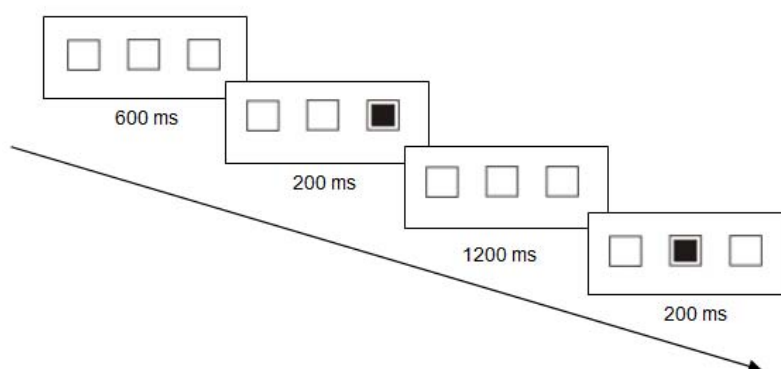


Figura 1. Exemplos dos quatro tipos de ensaios com duração de 1800 ms.

A instrução dada aos participantes no início da experiência era de olharem para as três caixas e carregarem na tecla espaço do teclado sempre que um quadrado preto surgisse na caixa central (alvo), e não responder quando o quadrado preto aparecesse nas caixas laterais (distractor) ou não aparecesse nada.

Seguindo o procedimento de Auclair et al. (2005), o desenho da experiência variava a percentagem de ensaios com distractor em três níveis: 0%, 33% e 67%, que correspondem aos blocos D0, D33 e D67. Cada bloco, formado por 48 ensaios – 12 ensaios fixos de treino mais 36 ensaios experimentais aleatórios – era composto por diferentes proporções dos quatro tipos de ensaios, como forma de garantir a variação da probabilidade dos distractores (cf. Quadro 2). Cada sessão era iniciada com metade dos ensaios do bloco D0 e continuava com os blocos D33 e D67. A ordem de apresentação dos blocos D33 e D67 foi balanceada inter-participante. A restante metade dos ensaios do bloco D0 era apresentada no final de cada sessão.

Quadro 2

Número de ensaios experimentais por condição em função do tipo de ensaio

Tipo de Ensaio	Condição		
	D0	D33	D67
Alvo	18	12	6
Nulo	18	12	6
Distractor	0	6	12
Distractor- Alvo	0	6	12
Total de ensaios	36	36	36

2.2.1. Stroop Animal

O Stroop Animal foi originalmente criado com o objectivo de providenciar uma medida robusta para o desenvolvimento do controlo inibitório (Wright et al., 2003)³. Os autores da tarefa conceberam os estímulos por analogia às condições da tarefa original criada por Stroop (1935). Consequentemente, existem três condições distintas: incongruente, congruente e controlo. A base dos estímulos, formando a condição congruente, era constituída por quatro desenhos de animais: uma ovelha, um porco, uma vaca e um pato (cf. Figura 2).

³ Os autores disponibilizam gratuitamente o programa do Stroop Animal em <http://www.childneuropsych.org.uk/>

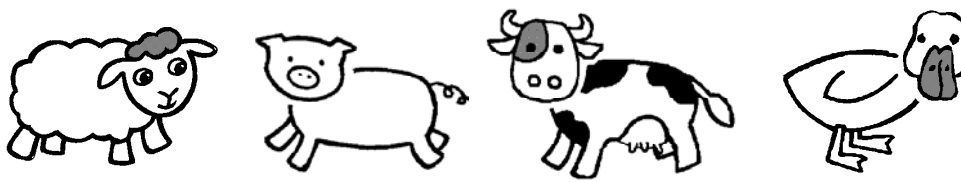





Figura 2. Estímulos prototípicos do Stroop Animal. Estes quatro estímulos formam a condição congruente.

Na condição incongruente, a cabeça de um dos protótipos era substituída pela cabeça de um dos restantes três, constituindo um novo conjunto de estímulos. Partindo do pressuposto da saliência do processamento da informação facial, a interferência é causada pelo facto de o indivíduo ter de nomear o corpo e inibir uma resposta preferencial baseada na identificação da cabeça do animal. A combinação das cabeças e corpos formavam um conjunto de 12 estímulos incongruentes, apresentados em duas orientações diferentes: cabeça para a esquerda e cabeça para a direita. Também era apresentada uma tarefa de controlo que, por analogia ao controlo do conteúdo semântico nas tarefas Stroop, usava estímulos que representavam caricaturas das faces (cf. Quadro 3). Este conjunto era formado por 24 estímulos diferentes.

Quadro 3

Comparação do tipo de estímulos do Stroop original e do Stroop Animal em função da condição

Condição	Stroop	Stroop Animal
Incongruente	Verde	
Congruente	Verde	
Controlo	Casa	

Nota. Adaptado de Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 561–575.

Num primeiro momento, como forma de garantir o correcto reconhecimento dos estímulos utilizados, eram mostrados cartões com os quatro estímulos protótipos e era pedido ao participante que os nomeasse. Todos os participantes foram capazes de o fazer sem dificuldades. Nas instruções gerais dadas aos participantes, era dito que iriam ver imagens no ecrã do computador e que teriam de dizer o nome de cada uma, o mais rápido que conseguissem. De seguida, eram apresentados ensaios treino, nos quais era necessário nomear imagens de veículos (e.g., carro, avião), com o objectivo de explicitar a necessidade de uma resposta rápida.

Dado que o presente estudo utilizou o *software* original fornecido pelos autores (Wright et al., 2003), a ordem dos blocos experimentais era fixa: (A) 12 ensaios controlo e 12 ensaios incongruentes; (B) 24 ensaios congruentes; e (A) 12 ensaios controlo e 12 ensaios incongruentes. A apresentação dos ensaios em cada bloco era aleatória.

No início de cada bloco era apresentada uma imagem para contextualizar a tarefa. Como introdução aos blocos de estímulos congruentes, era apresentada uma imagem de um gato e era pedido aos participantes para dizer o nome do animal, o mais rápido que conseguissem. Como introdução aos blocos com imagens incongruentes e imagens controlo, era apresentada uma imagem de um cavalo com cabeça de gato e era dito: “Vais ver algumas imagens estranhas, como esta, em que a cabeça do animal é diferente do corpo. Às vezes, o animal vai ter uma cabeça de outro animal e outras vezes vai ter uma cabeça com uma cara desenhada. Tens de dizer o nome do corpo do animal o mais rápido que conseguires.” A compreensão das instruções era garantida perguntando ao participante: “Consegues dizer-me o nome do corpo deste animal estranho?”. Caso a resposta fosse incorrecta, pedia-se directamente a nomeação do corpo do animal e as instruções eram repetidas.

Cada ensaio era iniciado com a apresentação de um ponto de fixação no centro de um ecrã branco durante 500 ms. Subsequentemente era apresentada uma imagem durante 300 ms. O intervalo inter-ensaio era de 1000 ms. A exactidão das respostas era codificada em tempo real pelo examinador num formulário específico. As respostas codificadas como erros incluíam a nomeação de um animal incorrecto ou um erro de articulação envolvendo a produção audível do nome de um animal incorrecto (e.g., pa...vaca). O tempo entre a apresentação de uma imagem e a resposta vocal do participante era registado pelo *voice key*. Os erros de activação do *voice key* (e.g., ruídos vocais do participante ou ambientais) também eram registados manualmente.

2.3. *Procedimento*

Todos os participantes completaram as duas tarefas numa só sessão com a duração média de 25 minutos. A ordem de apresentação das tarefas foi igual para todos os participantes. Primeiro realizavam a tarefa de atenção preparatória e depois o Stroop Animal. Todas as sessões foram individuais e realizadas num espaço isolado com o mínimo possível de ruído e de estimulação visual.

A apresentação dos estímulos e registo das respostas foram controlados por um computador portátil Fujitsu Siemens Lifebook E Series com um ecrã de 15.4 polegadas numa resolução de 1023 x 768.

Capítulo III. Resultados

3.1. Tarefa de atenção preparatória

Numa análise inicial, foram excluídos sujeitos cujo número total de erros era significativamente superior em relação à média de erros do grupo etário a que pertenciam. Seguindo este critério foram excluídos 13 participantes. De cada um dos 83 participantes aqui descritos, foram excluídas respostas cujos tempos eram mais ou menos dois desvios padrão em relação à média em cada condição experimental (D0, D33 e D67). Foram calculados os tempos de resposta médios, número de omissões e falsos alarmes para cada condição experimental.

3.1.1. Exactidão

Numa primeira análise foi considerado o total de erros cometidos ao longo de toda a tarefa. Os falsos alarmes correspondem a 1.6% e as omissões a 3.6% do total de respostas. No Quadro 4 podem ser observadas as percentagens de erros cometidos e respostas correctas de cada grupo, em função do número total de respostas.

Quadro 4

Percentagem média de erros e respostas correctas por grupo em função do número total de respostas

Grupo	Tipo de erro (%)		Respostas Correctas
	Omissões	Falsos Alarmes	
5-6 anos ($n = 22$)	6	2	92
7-8 anos ($n = 22$)	4	2	94
11 anos ($n = 18$)	4	2	94
Jovens adultos ($n = 21$)	0.3	0.5	98

A análise dos falsos alarmes considerou dois tipos de erros: respostas erradas dadas imediatamente após o aparecimento de um distractor e falsos alarmes ao sinal de aviso.

No que diz respeito aos falsos alarmes ao distractor, foi realizada uma ANOVA envolvendo como efeito intersujeitos o Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e como efeito intrasujeitos a Percentagem do Distractor (D33 e D67), que indica a existência de diferenças significativas ao nível do Grupo [$F(3,79) = 5.3028$, $p < 0.05$] e ao nível da Percentagem do Distractor [$F(1,79) = 15.8882$, $p < 0.01$]. A interacção entre os dois efeitos não atingiu significância estatística, [$F(3,79) =$

0.099113, *ns*]. O teste de Tukey revela que os grupos de 5-6 anos (2.08%, *DP* = 1.45) e 7-8 anos (2.40%, *DP* = 2.39) cometeram significativamente mais erros do que os adultos (0.50%, *DP* = 0.56). Não existem diferenças entre os grupos das crianças. Em todos os grupos os falsos alarmes foram mais comuns na condição com 33% de distractores (3.39%, *DP* = 4.46) do que na condição com 67% de distractores (1.6%, *DP* = 3.02).

Os falsos alarmes ao sinal de aviso foram raros, correspondendo a 1.6% das respostas quando considerados os ensaios que não existiam distractor nem alvo. Os resultados de uma ANOVA simples entre os grupos (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) mostram que existem diferenças significativas entre os grupos neste tipo de erro [$F(3,79) = 6.21970$, $p = 0.000$]. Tal como no caso dos falsos alarmes ao distractor, análises posteriores demonstram a existência de uma transição desenvolvimental com tendência para a redução de erros. Desta forma, os participantes entre os 5 e os 8 anos diferem apenas dos adultos, mas os de 11 anos cometem tantos erros como os restantes grupos.

Como referido anteriormente, as omissões foram o tipo de erro mais comum (cf. Quadro 4). A ANOVA realizada à média de omissões considerando o efeito intersujeitos do Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e o efeito intrasujeitos da Percentagem do Distractor (D0, D33 e D67) mostra que os efeitos principais do Grupo [$F(3,79) = 24.3880$, $p = 0.00$] e da Percentagem do Distractor [$F(2,158) = 0.42647$, $p < 0.05$] são significativos, não existindo interacção entre os dois [$F(6,158) = 0.01733$, *ns*]. Os resultados do teste de Tukey mostram que o número de omissões foi significativamente maior da condição D33 (4.62%, *DP* = 5.24) em relação à condição D0 (3.55%, *DP* = 4.57) e à condição D67 (3.56%, *DP* = 4.35). O grupo de crianças mais novas cometeu mais omissões do que os restantes grupos, sendo clara a diminuição das omissões com o aumento da idade. Desta forma, o grupo de 5-6 anos cometeu 6.96% (*DP* = 3.12) de omissões, o grupo de 7-8 4.23% (*DP* = 2.83), o grupo de 11 anos 3.60% (*DP* = 2.72) e os jovens adultos 0,31% (*DP* = 0.61).

Também foi analisada a influência da ocorrência de um distractor prévio ao alvo no número de omissões dos diferentes grupos. Foi realizada uma ANOVA considerando o efeito intersujeitos Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e o efeito intrasujeitos Tipo de Ensaio (Alvo e Distractor-Alvo). Para além do efeito Grupo [$F(3,79) = 18.7593$, $p = 0.000$] e o do efeito Tipo de Ensaio [$F(1,79) =$

0.671258, $p= 0.00$] serem significativos, também foi encontrada uma interacção entre os dois efeitos [$F(3,79) = 0.190405$, $p< 0.05$]. Da análise da interacção (cf. Figura 3), pode-se observar que, enquanto para os jovens adultos a presença ou ausência de um distractor prévio não afectou o número de omissões ao alvo, para os restantes grupos a presença de um distractor prévio parece ter facilitado a resposta ao alvo, reduzindo o número de omissões.

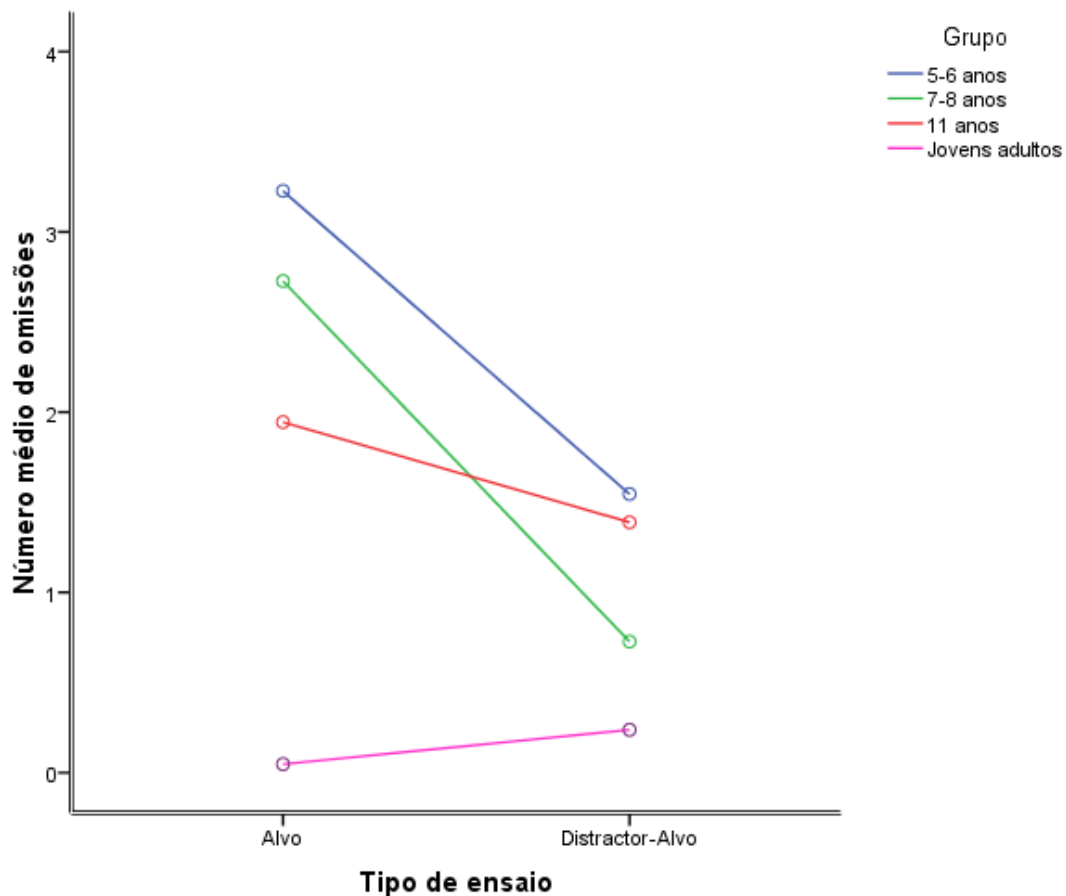


Figura 3. Média de omissões por grupo e tipo de ensaio

3.1.2. Tempos de reacção aos ensaios Alvo

Foi calculada uma ANOVA aos tempos de reacção nos ensaios alvo com o efeito intersujeitos Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e com os efeitos intrasujeitos Percentagem do Distractor (D0, D33 e D67) e Duração do Ensaio (1800, 2000, 2200). Não existiram diferenças significativas na interacção entre

quaisquer dos efeitos analisados. No entanto, o efeito principal do Grupo foi significativo [$F(2,74) = 38.1, p = 0.00$]. Análises posteriores, utilizando o teste Tukey, mostram que as crianças com 5-6 anos são as mais lentas ($M= 584, DP= 14$), seguidas do grupo 7-8 ($M= 511, DP= 15$), e o grupo de crianças com 11 anos $M= 432, DP= 16$) Todos os grupos diferem entre si, exceptuando as crianças com 11 anos e os jovens adultos ($M= 389, DP= 14$). As médias dos tempos de resposta aos ensaios alvo em função da percentagem do distractor são apresentadas por grupo na Figura 4. O efeito principal da Percentagem do Distractor também foi significativo [$F(2,148) = 46.3, p = 0.00$]. Os resultados da comparação das médias entre as diferentes condições indicam que as respostas na condição D0 ($M= 440, DP= 7$) foram significativamente mais rápidas do que na condição D33 ($M= 491, DP= 9$) e D67 ($M= 506, DP= 10$), e que estas não diferiram entre si.

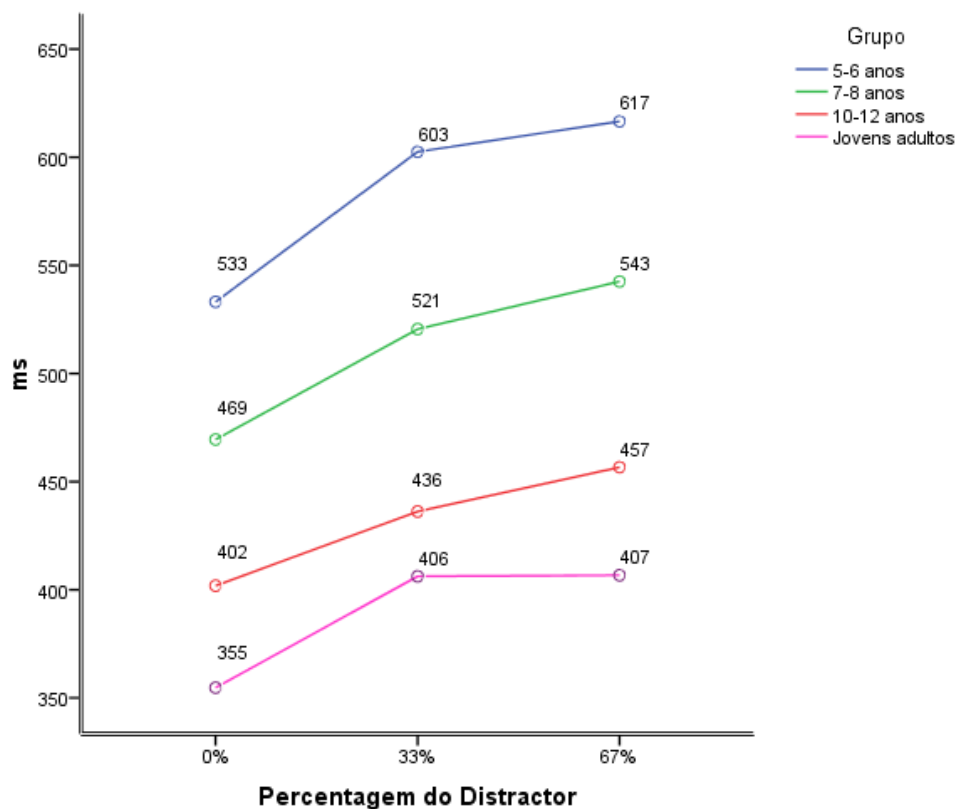


Figura 4. Tempos de resposta médios nos ensaios alvo em função da percentagem do distractor por grupo.

Foi utilizado o método dos mínimos quadrados para calcular o declive dos tempos de resposta em função da percentagem de distractor. Para cada participante, os tempos de resposta médios correspondentes aos blocos com 0, 33 e 67% de distractores foram convertidos para um valor de declive, ajustando a uma linha recta os três valores de acordo com o método proposto por LaBerge e Brown (1986).

As médias dos valores de cada grupo são apresentadas no Quadro 5. Foi efectuada uma ANOVA considerando o efeito intersujeitos Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e o efeito intrasujeitos Duração do Ensaio (1800, 2000 e 2200). Ao contrário do esperado, não existiram diferenças significativas entre os quatro grupos. Também não existiu um efeito significativo da Duração do Ensaio [$F(2,158) = 1,62255$, *ns*] nem interacção entre os efeitos.

Quadro 5

Valor do declive dos tempos de resposta em função da percentagem do distractor por grupo

Grupo	Valor do declive (DP)
5-6 anos ($n = 22$)	1.3 (1.4)
7-8 anos ($n = 22$)	1.2 (1.2)
11 anos ($n = 18$)	0.96 (0.74)
Jovens adultos ($n = 21$)	0.94 (0.70)

Nota. DP = Desvio padrão

3.1.3. Tempos de reacção aos ensaios Distractor-Alvo

Foi calculada uma ANOVA aos tempos de reacção nos ensaios distractor-alvo com o efeito intersujeitos do Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e com os efeitos intrasujeitos da Percentagem do Distractor (D33 e D67) e Duração do Ensaio (1800, 2000, 2200). Apenas o efeito do Grupo foi estatisticamente significativo [$F(3,71) = 22.9$, $p = 0.000$]. Os resultados do teste Tukey indicam que somente os grupos 11 anos e os jovens adultos apresentam tempos de resposta médios semelhantes, sendo as diferenças dois-a-dois entre todos os outros grupos significativas.

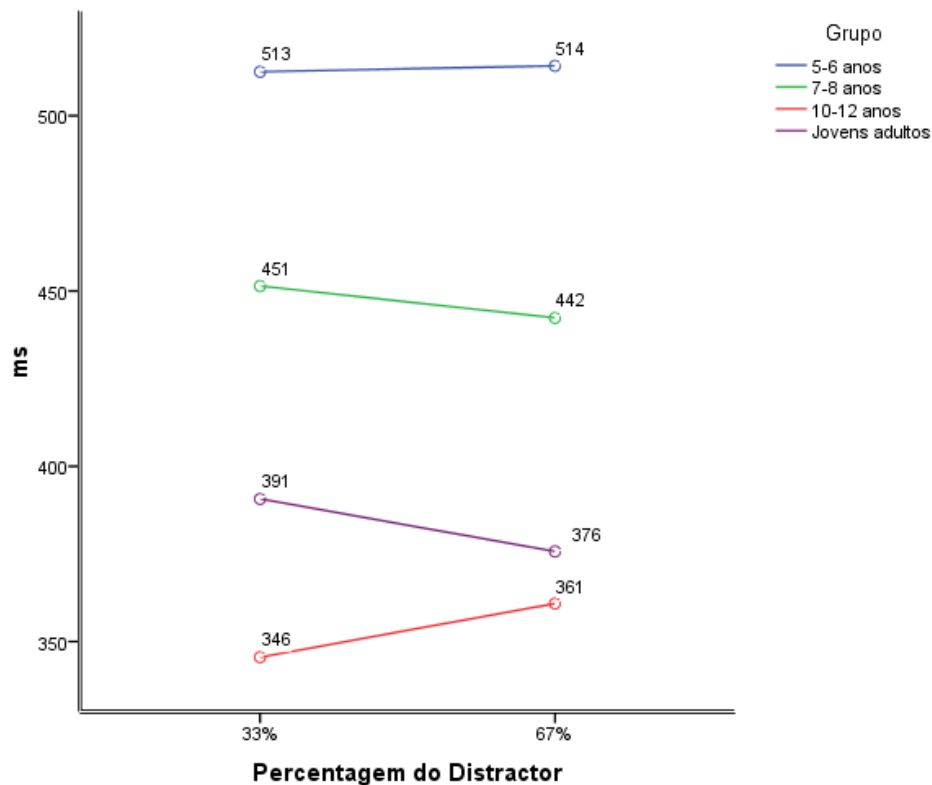


Figura 5. Tempos de resposta médios nos ensaios distractor-alvo em função da percentagem do distractor por grupo.

3.2. Stroop Animal

As análises efectuadas baseiam-se nas respostas válidas efectuadas pelos participantes e de acordo com os cálculos efectuados pelo programa do Stroop Animal.

3.2.1. Exactidão

Para analisar os erros em função do grupo e da condição (cf. Figura 6) foi realizada uma ANOVA considerando o efeito intersujeitos Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e o efeito intrasujeito Condição (Incongruente, Controlo, Congruente). Para além da existência de diferenças significativas entre os grupos [$F(3,78) = 15.30484$, $p = 0.000$] e diferentes condições [$F(2,156) = 22.83188$, $p = 0.000$], a interacção entre os efeitos também alcançou significância estatística [$F(6,156) = 5.67751$, $p = 0.000$]. Do teste Tukey conclui-se que todos os grupos

cometeram mais erros na condição incongruente do que nas condições controlo ou congruente e que não existem diferenças nos erros cometidos nas condições controlo e congruente. Enquanto o grupo de participantes mais novo cometeu mais erros em todas as condições do que os restantes grupos, a diferença entre o grupo de 7 anos e os mais velhos é significativa na condição incongruente, onde apresentam maior dificuldade.

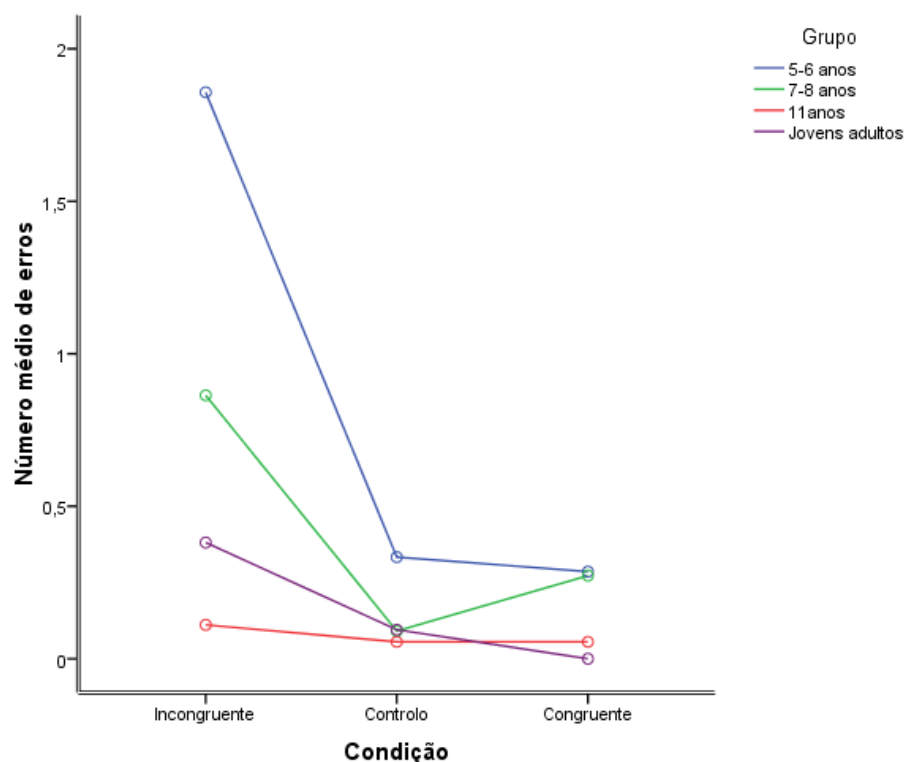


Figura 6. Número médio de erros por sujeito no Stroop Animal por grupo em função da condição experimental.

3.2.2. Tempos de reacção

Foi calculada uma ANOVA aos tempos de reacção considerando o efeito intersujeitos Grupo (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos) e o efeito intrasujeitos Condição (Incongruente, Controlo, Congruente). Os resultados indicam que existem diferenças significativas ao nível do Grupo [$F(3,78) = 81.9$, $p = 0.000$] e Condição [$F(2,156) = 87.1$, $p = 0.000$]. Mais importante é a existência de uma interacção significativa entre os dois efeitos [$F(6,156) = 4.7$, $p = 0.000$]. Análises a

posteriori mostram que para além de todos os grupos diferirem entre si, existem diferenças entre todas as condições. Como pode ser observado na Figura 7, a condição incongruente levou a respostas mais lentas em todos os grupos quando comparadas com a condição congruente. No grupo de 5-6 anos as respostas para a condição incongruente não diferem significativamente da condição controlo. Este padrão de resposta também foi encontrado no grupo de jovens adultos.

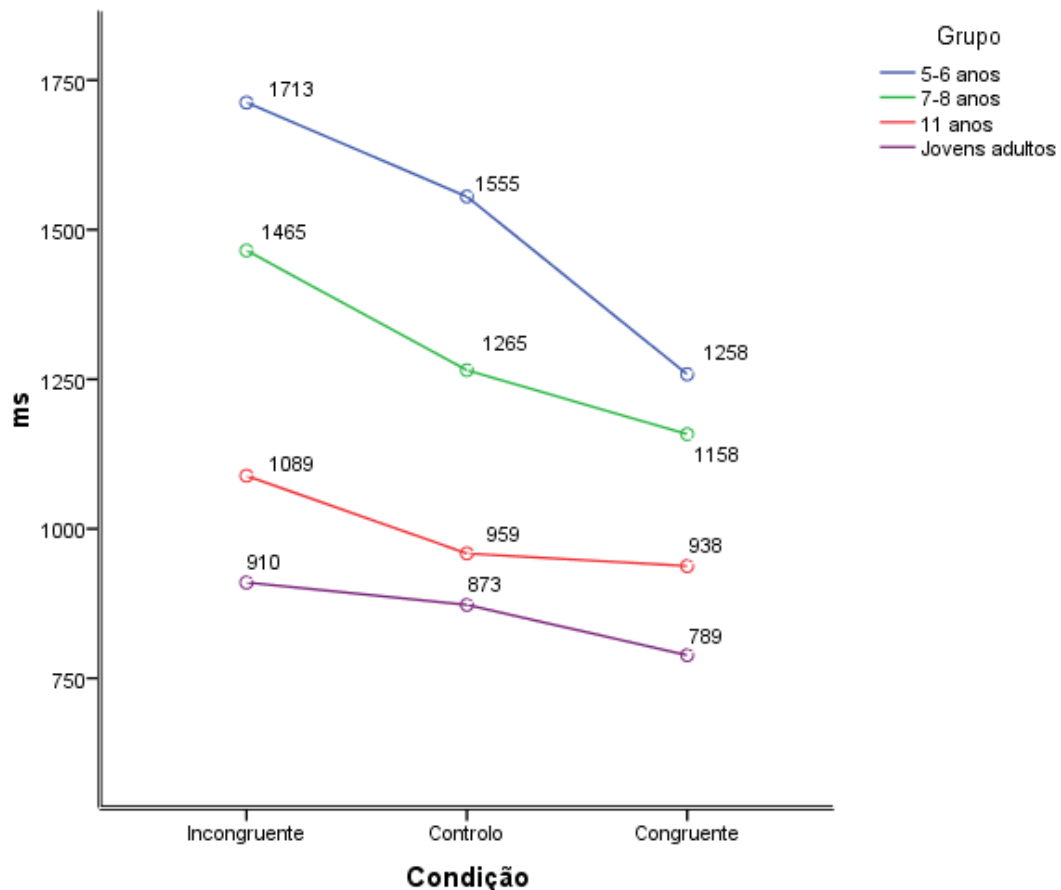


Figura 7. Tempos de resposta médios no Stroop Animal por grupo em função da condição experimental.

3.2.3. Controlo Cognitivo

Como forma de obter uma medida de controlo inibitório, e seguindo o trabalho de Wright e colaboradores (2003), foi calculada a diferença entre os tempos de reacção médios na condição incongruente e na condição controlo. Para determinar a existência de diferenças ao longo do desenvolvimento nesta medida foi realizada uma ANOVA simples entre os grupos (5-6 anos, 7-8 anos, 11 anos e jovens adultos). Os

resultados demonstram que existem diferenças significativas entre os diferentes grupos em relação ao controlo inibitório [$F(3,78) = 5.94014$, $p = 0.00$]. Análises posteriores revelam que os grupos mais novos (5-6 anos e 7-8 anos) apresentam mais dificuldades no controlo inibitório do que o grupo de jovens adultos, não existindo diferenças em comparação com e entre os restantes grupos intermédios. Os grupos intermédios também revelam um nível de controlo inibitório semelhante aos adultos (cf. Quadro 6).

Quadro 6

Diferença média nos tempos de reacção entre as condições incongruente e controlo por grupo

Grupo	Incongruente – Controlo (em ms)
5-6 anos ($n = 22$)	157
7-8 anos ($n = 22$)	200
11 anos ($n = 18$)	130
Jovens adultos ($n = 21$)	37

Capítulo IV. Discussão e conclusão

O objectivo do presente estudo é o de estudar as características desenvolvimentais da atenção preparatória. Para isso, foi utilizada uma tarefa desenvolvida no âmbito da teoria do circuito triangular proposta por LaBerge e colaboradores (2000). Nesta tarefa, o declive do tempo de resposta a um alvo central em função da percentagem de distractores presentes num bloco de ensaios é utilizado como medida indirecta da capacidade do indivíduo se preparar atencionalmente ao surgimento futuro do alvo.

As análises realizadas a esta medida de atenção preparatória mostram que, ao contrário do inicialmente esperado, não existiam diferenças entre os grupos de participantes. Embora o efeito dos distractores sob a latência de resposta nos ensaios alvo tenha sido observado em todos os grupos, as diferenças encontradas entre os grupos não estão associadas à variação da probabilidade do distractor, mas apenas com às diferenças etárias dos grupos. Por outro lado, a influência dos distractores não apresentou o esperado padrão linear, já que os tempos de resposta nas condições com 33 e 67% de distractores não diferem entre si. Foram também encontradas diferenças entre os grupos ao nível da exactidão, com um benefício claro dos grupos mais velhos em relação aos mais novos. Tal como nos tempos de reacção, as diferenças na exactidão nos diferentes grupos não interagiram com a probabilidade do distractor. Por sua vez, na tarefa de Stroop Animal a superioridade da condição congruente, ao nível da latência de resposta e exactidão, em relação às restantes condições evidencia a dificuldade geral dos participantes em lidar com estímulos ambíguos. Mais especificamente, as diferenças entre os grupos na medida de controlo cognitivo reflectem a dificuldade das crianças mais nova neste tipo de processamento, que contrasta com a aparente facilidade dos adultos em resolver o conflito.

Deste modo, os resultados deste estudo permitem (Auclair et al., 2005; LaBerge et al., 2000; Siéroff et al., 2004) delinear duas conclusões principais: (1) a tarefa de atenção preparatória é uma medida eficaz para crianças com pelo menos 5 anos de idade, e (2) parecem não existir diferenças na capacidade de atenção preparatória entre os 5 anos e a idade adulta. Os resultados também permitem sugerir (3) algumas reflexões metodológicas em relação à tarefa em si, que também serão de seguida exploradas.

4.1. Aplicabilidade da tarefa ao longo do desenvolvimento

Nos estudos publicados até hoje utilizando a tarefa de atenção preparatória a idade mínima dos participantes foi de 8 anos (Auclair et al., 2005). A avaliação cognitiva de crianças em idade pré-escolar é habitualmente acompanhada de diversas

limitações, onde se destacam dificuldades e variações desenvolvimentais ao nível motor e linguístico (Isquith, Crawford, Espy, & Gioia, 2005) e, por isso, a aplicabilidade da tarefa de atenção preparatória a crianças tão novas quanto 5 anos é valorizada. Esta conclusão é suportada pela influência que a percentagem de distractores teve, quer sobre o tempo de resposta, quer sobre a exactidão nos ensaios alvo em todos os grupos. Tal como previsto, e de acordo com estudos prévios (Auclair et al., 2005; LaBerge et al., 2000; Siéroff et al., 2004), a existência de distractores dificulta a preparação atencional ao alvo, o que se traduz em tempos de resposta mais elevados. Paralelamente, a esperada ausência de um efeito do distractor sobre o alvo nos ensaios distractor-alvo confirma o pressuposto base da tarefa que a ocorrência de um distractor imediatamente antes do alvo cancela o efeito da percentagem do distractor entre ensaios (LaBerge et al., 2000). Assim, este efeito dissociativo da percentagem de distractores sob os tempos de reacção nos ensaios alvo e nos ensaios distractor-alvo comprova a utilidade da tarefa como medida de atenção preparatória (cf. p. 36 para possíveis limitações da tarefa). Por outro lado, estes efeitos terem sido encontrados em todos os grupos demonstra que a tarefa pode ser utilizada tão eficazmente em idades tão jovens quanto 5 anos como com jovens adultos.

O facto de a tarefa aparentemente ser bastante simples, e por isso, o seu uso com crianças parecer apropriado, pode levar a uma perspectiva falaciosa, como assumir que testes inicialmente desenvolvidos para avaliar adultos são adequados a crianças ou mesmo sensíveis a possíveis défices nestas idades. De facto, o desempenho de uma criança e de um adulto numa determinada tarefa pode ser influenciado por diferentes aspectos, que conduzem a discrepâncias significativas no desempenho não directamente relacionadas com a tarefa em si. Alguns exemplos são a dificuldade inerente à compreensão das instruções ou a utilização de diferentes estratégias que também se traduzem em diferentes organizações funcionais neuroanatómicas em função da idade (Konrad et al., 2005). Consequentemente, tem existido um maior esforço no desenvolvimento de tarefas especialmente dirigidas a crianças (e.g., Berger, Jones, Rothbart, & Posner, 2000; Wright et al., 2003). De outro ponto de vista, a aplicabilidade da tarefa a crianças de idade escolar também ajuda a interpretar a sua aplicabilidade a contextos clínicos pediátricos (Auclair et al., 2005), pois é fundamental avaliar a sua sensibilidade em contextos normativos para uma interpretação correcta dos resultados. Se por um lado, existe grande variabilidade das consequências de lesões ou doença neurológicas em função da idade (Middleton, 2004), por outro, determinados défices ou alterações comportamentais nem sempre reflectem directamente uma afecção neurológica, mas podem ser reflexos de mudanças desenvolvimentais (Ellison & Semrud-Clikeman, 1997).

4.2. Diferenças desenvolvimentais da atenção preparatória

A diferença entre os grupos, quer ao nível da latência de resposta, quer ao nível da exactidão, na tarefa de atenção preparatória vai de encontro com a tendência desenvolvimental para melhores resultados na exactidão e velocidade de resposta entre a infância e idade adulta (Band & Van der Molen, 2000) e não pode ser explicada por diferenças ao nível da atenção preparatória, dada a ausência de uma interacção entre os efeitos do grupo etário e da probabilidade dos distractores (cf. p. 25). Consequentemente, não existiram diferenças entre os grupos no valor do declive dos tempos de reacção ao alvo em função da percentagem de distractores. O facto de, ao contrário do esperado, as crianças de idade pré-escolar não terem sido significativamente mais afectadas pela presença dos distractores do que os grupos de crianças em idade escolar, puberdade ou jovens adultos pode ser interpretado de diferentes perspectivas.

Por um lado, diversos estudos experimentais têm mostrado que as crianças exibem comportamentos, habitualmente considerados como sendo mediados pelos lobos frontais, bastante mais cedo do que a adolescência ou idade adulta (Ellison & Semrud-Clikeman, 1997). Recentemente tem sido mesmo argumentado que podem ser encontrados sistemas rudimentares de atenção executiva em bebés. Nomeadamente, a capacidade de olhar antecipadamente para a localização de um alvo futuro tem sido relacionada positivamente com a atenção executiva, tendo sido observados sinais de controlo cognitivo em crianças tão novas quanto 6 meses de idade (Sheese, Rothbart, Posner, White, & Fraundorf, in press). Estes sinais de controlo cognitivo têm sido relacionados com competências adquiridas posteriormente, por exemplo, a capacidade de resolução de conflito por volta dos 3-4 anos de idade. Adicionalmente têm sido estabelecidas relações entre estas capacidades de controlo e competências de auto-regulação, fundamentais para o desenvolvimento cognitivo e social desde os primeiros meses de vida (Rueda, Posner et al., 2005). Nesta linha de investigação, os autores defendem o desenvolvimento da atenção executiva até aos 7 anos (Rueda et al., 2004; Rueda, Rothbart et al., 2005), embora seja claro que este padrão possa não ser extensível quando considerados processos e tarefas de maior complexidade.

Estas observações não contrariam necessariamente a noção da maturação tardia do lobo frontal, mas vão de encontro à perspectiva que defende que o lobo frontal exerce a sua influência a diferentes níveis e processos, desde *input* sensorial a *output* motor, passando pelo controlo interno ao nível cognitivo e emocional (Gazzaley & D'Esposito, 2007). Assim, tal como os aspectos das funções executivas

(tradicionalmente incluindo apenas processos cognitivos), também os diferentes níveis de controlo poderão ter curvas desenvolvimentais distintivas evidenciando uma tendência para maior complexidade (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006). Por esta óptica, processos de controlo mais basilares, designadamente associados a aspectos sensoriais, poderão certamente ser adquiridos mais precocemente no desenvolvimento. Para além da importância destes processos para uma adaptação ao meio eficiente, poderão também ter um papel essencial no desenvolvimento e mestria de outros processos de controlo mais complexos (e.g. flexibilidade cognitiva).

Poderá, portanto, ser sugerido que a capacidade de atender antecipadamente a um alvo é um processo de desenvolvimento mais precoce do que inicialmente pensando e menos complexo do que, por exemplo, a capacidade de resolução de conflito e inibição. Esta hipótese é suportada, em parte, pela existência de evidências de que os processos antecipatórios não estão associados com a resolução de conflitos (Fan et al., 2007; Jonkman, 2006) e, neste estudo em concreto, pelo resultado que, ao contrário da tarefa de atenção preparatória, foram observadas diferenças desenvolvimentais na tarefa de Stroop Animal. Logo, parece que crianças com 5 anos já são capazes de se preparar eficazmente para o aparecimento futuro de um alvo (mesmo com a interferência de distractores), mas ainda não são totalmente capazes de inibir uma resposta predominante quando são confrontados com um conflito entre duas dimensões de um mesmo estímulo, como é evidenciado pelas dificuldades nos ensaios incongruentes da tarefa de Stroop, quer ao nível dos tempos de reacção, quer ao nível dos erros.

Mesmo considerando a possibilidade de um efeito de tecto no Stroop Animal para o grupo dos adultos, já apontada anteriormente por Wright et al. (2003), sugerida pela ausência de diferenças entre os tempos de reacção nas condições incongruentes e controlo, o que comprova a facilidade da tarefa para este grupo, as diferenças entre as duas condições subsistem entre os grupos mais novos sugerindo um desenvolvimento da capacidade de controlo inibitório. Este resultado é concordante com a maioria dos resultados da utilização de diferentes tipos de tarefas Stroop que evidenciam uma melhoria na capacidade de resolução da interferência ao longo do desenvolvimento (MacLeod, 1991; Nichelli, Scala, Vago, Riva, & Bulgheroni, 2005; Prevot & Diamond, 2005; para uma excepção cf., Schwartz & Verhaeghen, *in press*). Por outro lado, o mesmo padrão de ausência de diferenças entre os tempos de reacção nas condições incongruente e controlo encontrada no grupo de crianças do pré-escolar sugere as suas dificuldades ao nível do controlo inibitório, mesmo quando se tratam de conflitos entre estímulos sem relação semântica

Outra linha de investigação centrada no estudo dos processos electrofisiológicos envolvidos no comportamento antecipatório também tem encontrado diferentes padrões desenvolvimentais em função dos elementos que o compõem. Apesar de, numa primeira perspectiva, a atenção preparatória e a preparação motora se basearem nos mesmos processos electrofisiológicos, têm sido identificados processos específicos para cada um deles (Brunia, 1999). No caso da antecipação perceptiva (i.e., atenção preparatória), foi identificado um potencial cortical lento nomeado *Stimulus-Preceding Negativity* (SPN), conceptualizado como sendo uma das ondas do componente tardio do *Contingent Negative Variation* (CNV) o potencial negativo que ocorre entre um sinal de aviso e um estímulo imperativo, que também está relacionado com a preparação motora (van Boxtel & Böcker, 2004)

Bender e colaboradores (2005), num estudo que procurava investigar a maturação dos processos preparatórios envolvidos em respostas motoras, mostraram que os sistemas de atenção sensoriais localizados na região parietal direita desenvolvem-se mais precocemente, e de forma independente, dos sistemas frontais de preparação motora. Considerando que é plausível assumir que, para além da actividade frontal associada ao controlo atencional, a actividade no córtex parietal posterior reflecte igualmente a preparação para uma acção e não apenas um processo perceptual puro (Brunia, 1999), o que corresponde, de acordo com a teoria de LaBerge, à expressão da atenção preparatória, este resultado vai de acordo com a hipótese aqui avançada de um desenvolvimento precoce da atenção preparatória e sugere que este difere de processos de preparação motora, ainda pouco desenvolvidos em idades mais jovens devido à imaturidade das redes frontoparietais envolvidas na regulação motora (Bender et al., 2005; Jonkman, 2006).

4.3. Considerações metodológicas

Embora as respostas dos participantes nos ensaios alvo tenham sido mais lentas nas condições com distractores (D33 e D67) do que sem distractores (D0), não existiram diferenças na latência de resposta entre as condições D33 e D67 (cf. p. 25). De acordo com os estudos exploratórios da tarefa (LaBerge et al., 2000), seria de esperar um aumento linear dos tempos de reacção em função do aumento da probabilidade dos distractores. O presente estudo permite constatar que, ao contrário do que anteriormente foi sugerido, a relação linear entre o tempo de resposta ao alvo e a percentagem dos distractores não é inequívoca, principalmente quando nos reportando às probabilidades de distractores mais elevadas. A diferença não

significativa entre os tempos de resposta ao alvo nas condições com maior número de distractores também parece acontecer nos grupos de controlo de alguns estudos prévios (e.g., Siéroff et al., 2004), o que sugere uma característica, e possível limitação, metodológica da tarefa ainda não explorada.

Do ponto de vista teórico, existem dois módulos de controlo atencional que registam o aparecimento recente de estímulos. O módulo de controlo selectivo selecciona a localização na área parietal para a qual a atenção será dirigida e envia informação acerca do registo de estímulos recentes para o módulo de controlo modulatório, que varia a intensidade da actividade atencional dirigida para a localização seleccionada. Quando o controlo selectivo activa o controlo modulatório, uma pequena diferença entre os níveis de actividade do alvo e distractor no controlo selectivo é amplificada através do circuito talâmico cortical. Assim, a atenção preparatória activada pelo controlo modulatório nas áreas parietais é combinada com esta amplificação do sinal do alvo. Desta forma, em última análise, o tempo de resposta ao alvo é afectado pelo rácio *signal-to-noise* da informação da actividade preparatória do alvo e do distractor.

Embora não tenha sido observado em todos os estudos que utilizaram esta tarefa (para uma excepção, cf. Auclair et al., 2005), a ausência de diferenças nos tempos de reacção entre as condições com maior número de distractores pode sugerir a existência de um efeito de contexto no processamento das probabilidades dos distractores ao nível dos módulos de controlo atencional. Por efeitos de contexto supõe-se, por exemplo, o facto da percepção de um determinado estímulo não depender só das suas características físicas, mas também dos estímulos envolventes e dos estímulos previamente experienciados pelo observador. Este tipo de efeito tem sido descrito em diferentes procedimentos de *priming*, dos quais o caso do *negative priming* (NP)⁴ pode assumir especial importância, dado que o modelo neurocognitivo de controlo atencional anteriormente descrito também parece fornecer uma explicação válida para este tipo de fenómeno (LaBerge et al., 2000). É importante realçar que o ponto comum entre os dois paradigmas serão os processos subjacentes e não tanto as suas características, já que o tipo de procedimento habitualmente utilizado para investigar o NP difere consideravelmente da tarefa de atenção preparatória (e.g., nos paradigmas de NP, distractor e alvo são apresentados simultaneamente). Assim, qualquer comparação deverá levar em conta estas diferenças.

⁴ O *negative priming* refere-se ao aumento do tempo de resposta a um alvo num determinado ensaio quando esse item foi um distractor no ensaio prévio (Tipper, 1985).

Concretamente, o efeito contextual no NP mostra que o aumento de ensaios *priming* com distractores reduz o efeito de NP (o que pode ser paralelamente sugerido pela ausência de diferenças entre D33 e D67 na tarefa de atenção preparatória) e que este efeito contextual não é modulado por processos associados à sequência de ensaios (*trial-by-trial*) mas a factores gerais associados à tarefa (Frings & Wentura, 2008). Dado que este efeito contextual tem sido encontrado em diferentes paradigmas de *priming*, poderá ser relevante investigar os efeitos de contexto da tarefa de atenção preparatória, principalmente considerando que a principal medida da tarefa está dependente do efeito da probabilidade dos distractores no tempo de resposta.

É possível que o mesmo efeito tenha uma tradução ao nível da exactidão, pois quer os falsos alarmes, quer as omissões, foram mais frequentes na condição com 33% de distractores do que nas outras condições. Uma hipótese para a saliência da condição D33 é que o elevado número de distractores na condição D67, embora não altere consideravelmente o desempenho ao nível da resposta, facilite a exactidão devida à elevada frequência de distractores em comparação com a condição D33.

No seguimento dos estudos de *priming*, será importante considerar se os efeitos contextuais são modelados por efeitos do ensaio ou da tarefa, como forma de melhor explorar o real efeito dos distractores sobre a atenção preparatória e sistemas subjacentes. Por outro lado, já nos estudos exploratórios da tarefa (LaBerge et al., 2000), confirmou-se que o aumento dos tempos de resposta é influenciado pela percentagem de distractores mas também pela frequência do número de alvos e que as instruções podem igualmente influenciar o processamento do alvo. Desta forma, não se pode descartar a influência de outros factores. Da análise da existência de um efeito contextual, poderá também ser esclarecido a utilização ou não de diferentes estratégias por diferentes grupos (e.g., controlo vs clínico), já que nos grupos clínicos anteriormente investigados o aumento linear dos tempos de reacção parece não acontecer (Auclair et al., 2005; Siéroff et al., 2004).

4.4. Conclusão

O presente trabalho, para além de corroborar a aplicabilidade do procedimento em grupos de diferentes faixas etárias, salientando principalmente a sua extensibilidade a idades mais jovens do que as anteriormente estudadas, também contribui para a discussão actual sobre uma visão mais fragmentada dos processos envolvidos no controlo executivo em geral, e nos aspectos atencionais em particular. Desta forma, os dados do presente estudo permitem conceptualizar a atenção

preparatória como um processo basal no contexto da atenção executiva, cuja maturação se dá precocemente no desenvolvimento e pode alicerçar outro tipo de processos mais complexos. O estudo da relação entre a atenção preparatória e outras funções cognitivas (e.g., memória de trabalho, comportamento motor antecipatório) poderá simultaneamente contribuir para esclarecer os processos envolvidos naquele tipo de atenção assim como providenciar uma visão mais integradora da cognição e comportamento.

Não se admite, no entanto, a ausência de limitações no presente estudo. Por um lado, a elevada variabilidade dos resultados habitualmente presente em amostras muito jovens dificulta a interpretação dos resultados, principalmente quando considerando amostras pequenas, como é o presente caso. Esta variabilidade leva a que tenha sido necessário excluir sujeitos devido ao elevado número de erros. Dos participantes restantes, os problemas existentes ao nível da exactidão, sobretudo nos grupos mais jovens, levam a que, por vezes, exista um número elevado de valores de tempos de reacção omissos o que dificulta a análise dos resultados. Os resultados também podem ter sido influenciados pelas possíveis limitações metodológicas da tarefa discutidas anteriormente e ainda não totalmente esclarecidas. Desta forma, é de realçar a necessidade de estudar mais detalhadamente os parâmetros da tarefa de atenção preparatória, ao nível dos processos e estratégias envolvidas, prevendo possíveis modificações no sentido de uma maior validade e robustez.

Referências Bibliográficas

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of Executive Function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71-82.
- Auclair, L., Jambaqué, I., Dulac, O., LaBerge, D., & Siéoff, E. (2005). Deficit of preparatory attention in children with frontal lobe epilepsy. *Neuropsychologia*, 43, 1701-1712.
- Band, G. P. H., & Van der Molen, M. W. (2000). The ability to activate and inhibit speeded responses: Separate developmental trends. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75, 263-290.
- Bender, S., Weisbrod, M., Bornfleth, H., Resch, F., & Oelkers-Ax, R. (2005). How do children prepare to react? Imaging maturation of motor preparation and stimulus anticipation by late contingent negative variation. *NeuroImage*, 27, 737-752.
- Berger, A., Jones, L., Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2000). Computerized games to study the development of attention in childhood. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32, 297-303.
- Brunia, C. H. M. (1999). Neural aspects of anticipatory behavior. *Acta Psychologica*, 101, 213-242.
- Brunia, C. H. M., & Boxtel, G. J. M. (2001a). Wait and see. *International Journal of Psychophysiology* 43, 59-75.
- Brunia, C. H. M., & Boxtel, G. J. M. (2001b). Wait and see. *International Journal of Psychophysiology*, 43, 59-75.
- Callejas, A., Lupianez, J., & Tudela, P. (2004). The three attentional networks: On their independence and interactions. *Brain and Cognition*, 54(3), 225-227.
- Casey, B. J., Giedd, J. N., & Thomas, K. M. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, 54, 241-257.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.
- Ellison, A. T., & Semrud-Clikeman, M. (1997). *Child neuropsychology: Assessment and interventions for neurodevelopmental disorders*. Boston: Allyn and Bacon.
- Eriksen, C. W., & Schultz, D. W. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, 25, 249-263.
- Fan, J., Fossella, J., Sommer, T., Wu, Y., & Posner, M. I. (2003). Mapping the genetic variation of executive attention onto brain activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 7406-7411.
- Fan, J., Kolster, R., Ghajar, J., Suh, M., Knight, R. T., Sarkar, R., et al. (2007). Response anticipation and response conflict: An Event-Related Potential and functional Magnetic Resonance Imaging study. *The Journal of Neuroscience*, 27, 2272-2282.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Fossella, J., Flombaum, J. I., & Posner, M. I. (2005). The activation of attentional networks. *NeuroImage*, 26, 471-479.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 340-347.
- Fan, J., Wu, Y., Fossella, J. A., & Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neuroscience*, 2.
- Fletcher, J. M. (1998). Attention in children: Conceptual and methodological issues. *Child Neuropsychology* 4, 81-86.
- Fossella, J., Sommer, T., Fan, J., Wu, Y., Swanson, J., Pfaff, D., et al. (2002). Assessing the molecular genetics of attention networks. *BMC Neuroscience*, 3.

- Frings, C., & Wentura, D. (2008). Separating context and trial-by-trial effects in the negative priming paradigm. *European Journal of Cognitive Psychology*, 20, 195-210.
- Gazzaley, A., & D'Esposito, M. (2007). Unifying prefrontal cortex functions: Executive control, neural networks and top-down modulation. In B. L. Miller & J. L. Cummings (Eds.), *The human frontal lobes: Functions and disorders* (2nd ed., pp. 187-206). New York: The Guilford Press.
- Isquith, P. K., Crawford, J. S., Espy, K. A., & Gioia, G. A. (2005). Assessment of executive function in preschool-aged children. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 11, 209-215.
- Johnson, M. H. (1998). Developing an attentive brain. In R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (pp. 427-440). Cambridge: MIT Press.
- Jonkman, L. M. (2006). The development of preparation, conflict monitoring and inhibition from early childhood to young adulthood; a Go/NoGo ERP study. *Brain Research*, 1097, 181-193.
- Karatekin, C. (2001). Developmental disorders of attention. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 561-576). Cambridge: MIT Press.
- Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Farrow, M., & Bradshaw, J. L. (2004). Examining the Development of Attention and Executive Functions in Children With a Novel Paradigm. *Child Neuropsychology*, 10, 201-211.
- Konrad, K., Neufang, S., Thiel, C. M., Specht, K., Hanisch, C., Fan, J., et al. (2005). Development of attentional networks: An fMRI study with children and adults. *NeuroImage*, 28, 429-439.
- LaBerge, D. (1995). *Attentional processing: The brain's art of mindfulness*. Cambridge: Harvard University Press.
- LaBerge, D. (1997). Attention, awareness, and the triangular circuit. *Consciousness and Cognition*, 6, 149-181.
- LaBerge, D. (1999). Networks of attention. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences* (2nd ed., pp. 711-723). Cambridge MIT Press.
- LaBerge, D. (2002). Attentional control: brief and prolonged. *Psychological Research*, 66, 220-233.
- LaBerge, D., Auclair, L., & Siéoff, E. (2000). Preparatory attention: Experiment and theory. *Consciousness and Cognition*, 9, 396-434.
- LaBerge, D., & Brown, V. (1986). Variations in size of the visual field in which targets are presented: An attentional range effect. *Perception & Psychophysics*, 40, 188-200.
- LaBerge, D., & Buchsbaum, M. S. (1990). Positron emission tomographic measurements of pulvinal activity during an attention task. *The Journal of Neuroscience*, 10, 613-619.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163-203.
- Mezzacappa, E. (2004). Alerting, orienting, and executive attention: Developmental properties and sociodemographic correlates in an epidemiological sample of young, urban children. *Child Development*, 75, 1373-1386.
- Middleton, J. A. (2004). Clinical neuropsychological assessment of children. In L. H. Goldstein & J. E. McNeil (Eds.), *Clinical neuropsychology: A practical guide to assessment and management for clinicians* (pp. 275-300). Chichester: Wiley.
- Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Keilam, S. G. (1991). Analysis of the elements of attention: A neuropsychological approach. *Neuropsychology Review*, 2, 109-145.
- Nichelli, F., Scala, G., Vago, C., Riva, D., & Bulgheroni, S. (2005). Age-related trends in Stroop and conflicting motor response task findings. *Child Neuropsychology*, 11(5), 431-443.

- Padilla, M. L., Wood, R. A., Hale, L. A., & Knight, R. T. (2006). Lapses in a prefrontal-extrastriate preparatory attention network predict mistakes. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1477-1487.
- Parasuraman, R. (1998). The Attentive brain: issues and perspectives. In R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (2nd ed., pp. 3-13). Cambridge: MIT Press.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 19-45.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Sheese, B. E. (2007). Attention genes. *Developmental Science*, 10, 24-29.
- Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology*, 109, 160-174.
- Prevor, M., & Diamond, A. (2005). Color-object interference in young children: A Stroop effect in children 3 1/2 - 6 1/2 old. *Cognitive Development*, 20, 256-278.
- Raz, A. (2004). Anatomy of attentional networks. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist*, 281B, 21-36.
- Raz, A., & Buhle, J. (2006a). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 367-379.
- Raz, A., & Buhle, J. (2006b). Typologies of attentional networks. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 367-379.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., et al. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029-1040.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2005). The development of executive attention: Contributions to the emergence of self-regulation. *Developmental Neuropsychology*, 28, 573-594.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 14931-14936.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2001). *E-Prime User's Guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools, Inc.
- Schwartz, K., & Verhaeghen, P. (in press). ADHD and Stroop interference from age 9 to age 41 years: a meta-analysis of developmental effects. *Psychological Medicine*.
- Sheese, B. E., Rothbart, M. K., Posner, M. I., White, L. K., & Fraundorf, S. H. (in press). Executive attention and self-regulation in infancy. *Infant Behavior & Development*.
- Siéoff, E., Piquard, A., Auclair, L., Lacomblez, L., Derouesné, C., & LaBerge, D. (2004). Deficit of preparatory attention in frontotemporal dementia. *Brain and Cognition*, 55, 444-451.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-622.
- Sturm, W., de Simone, A., Krause, B. J., Specht, K., Hesselmann, V., Radermacher, I., et al. (1999). Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 26, 686-794.
- Sturm, W., & Willmes, K. (2001). On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *NeuroImage*, 14, 76-84.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming with to be ignored objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 571-590.
- van Boxtel, G. J. M., & Böcker, K. B. E. (2004). Cortical measures of anticipation. *Journal of Psychophysiology*, 18, 61-76.

Wright, I., Waterman, M., Prescott, H., & Murdoch-Eaton, D. (2003). A new Stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 561–575.